

METHOD AND DEVICE FOR CONDUCTING EQUALIZATION IN RADIO RECEIVER**Patent number:** JP2000091968 (A)**Publication date:** 2000-03-31**Inventor(s):** ABDESSELEM OUUELID; KURTSIEFFER WALTER; LE JOLY MICHEL**Applicant(s):** MOTOROLA SEMICONDUCTEURS**Classification:****- international:** H04L27/01; H04B3/04; H04B7/005; H04B7/26; H04L1/20; H04L25/02; H04L25/03; H04L27/01; H04B3/04; H04B7/005; H04B7/26; H04L1/20; H04L25/02; H04L25/03; (IPC1-7): H04B7/005; H04B3/04; H04B7/26; H04L27/01**- european:** H04B7/005; H04L1/20; H04L25/02C3; H04L25/03B7E9**Application number:** JP19990169282 19990616**Priority number(s):** EP19980401510 19980619**Also published as:**

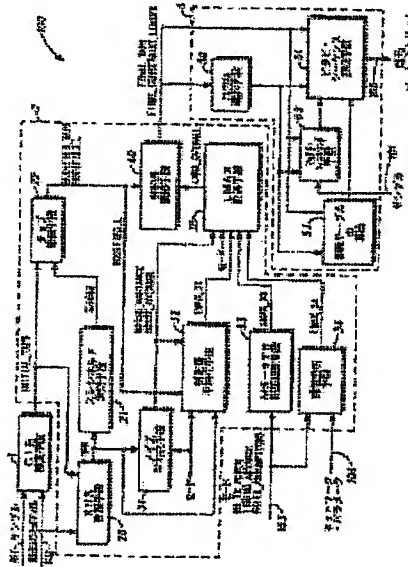
EP0966113 (A1)

EP0966113 (B1)

US6408023 (B1)

DE69820421 (T2)

CN1250297 (A)

Abstract of JP 2000091968 (A)**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an equalizer that conducts equalization in a radio receiver receiving a signal from a transmitter.**SOLUTION:** There is a channel having a channel impulse response CIR between a transmitter and a receiver. An equalizer 100 is provided with a CIR estimate means 1 that generates a plurality of tap coefficients, an evaluation means 2 that evaluates the tap coefficients generated by the CIR estimate means and that outputs an evaluation signal, and an equalizer algorithm processing unit 5 that receives the evaluation signal, selects and executes any of plural different equalizer algorithm sets, based on the evaluation signal. In the case of disregarding one tap coefficient or over, an algorithm requiring only a minimum processing power is selected and executed in precedence over an algorithm taking all the coefficients generated by the CIR estimate means 1 into account.

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

10pgs.

Corresponding to 21.5 6,408,023 B1

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-91968

(P2000-91968A)

(43) 公開日 平成12年3月31日 (2000.3.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 4 B 7/005		H 0 4 B 7/005	
	3/04	3/04	A
	7/26	7/26	C
H 0 4 L 27/01		H 0 4 L 27/00	K

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-169282

(22) 出願日 平成11年6月16日 (1999.6.16)

(31) 優先権主張番号 9 8 4 0 1 5 1 0 : 7

(32) 優先日 平成10年6月19日 (1998.6.19)

(33) 優先権主張国 ヨーロッパ特許庁 (E P)

(71) 出願人 591138669

モトローラ・セミコンダクタール・ソ
シエテ・アノニム

MOTOROLA SEMICONDUCTORS
SOCIETE ANONYME

フランス国トゥールーズ・セデ・エフ
31023、アブニィ・ジェネラル・アイゼン
ウール・サントル・エレクトロニク・ド
ウ・トゥールーズ

(74) 代理人 100091214

弁理士 大貫 進介 (外2名)

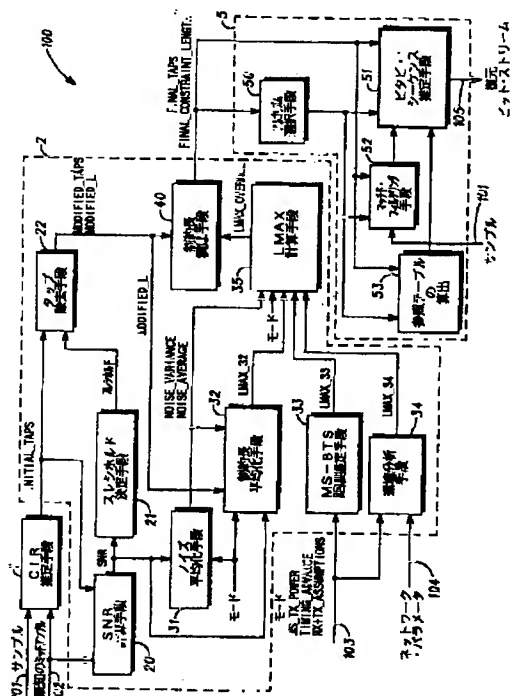
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線受信機において等化を行う方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 送信機から信号を受信する無線受信機において等化を行うイコライザ100を提供する。

【解決手段】 送信機と受信機との間には、チャネル・インパルス応答 (C I R) を有するチャネルがある。イコライザ100は、複数のタップ係数を生成するC I R推定手段1と、C I R推定手段が生成するタップ係数を評価し、評価信号を出力する評価手段2と、評価信号を受信し、この評価信号に基づいて、複数の異なるイコライザ・アルゴリズムから1つを選択し実行するイコライザ・アルゴリズム処理ユニット5とを備える。1つ以上のタップ係数を無視する場合、C I R推定手段1が生成する係数全てを考慮するアルゴリズムに優先して、最少の処理パワーを必要とするアルゴリズムを選択し実行することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】送信機から信号を受信する無線受信機において等化を実行するイコライザであって、前記送信機と前記受信機との間には、チャネル・インパルス応答CIRを有するチャネルがあり、前記イコライザは：複数のタップ係数を生成するCIR推定手段；前記CIR推定手段が生成する前記タップ係数を評価し、評価信号を出力する評価手段；および前記評価信号を受信するように構成され、前記評価信号に基づいて、複数の異なるイコライザ・アルゴリズムから1つを選択し実行するイコライザ・アルゴリズム処理ユニットであって、1つ以上の前記タップ係数を無視する場合、前記CIR推定手段が生成する係数全てを考慮するアルゴリズムに優先して、最少の処理パワーを必要とするアルゴリズムを選択し実行可能とする、イコライザ・アルゴリズム処理ユニット；から成ることを特徴とするイコライザ。

【請求項2】前記評価手段は、既に送信したフレームの等化の間に、前記イコライザによって用いられ、あるいは該イコライザ内において生成されたある点における制約長の統計的分析を行うように構成された、制約長平均化手段を含むことを特徴とする請求項1記載のイコライザ。

【請求項3】前記評価手段は、前記送信機によって送信され、前記無線受信機と前記送信機との間の最大距離を示すパラメータを受信する、移動局対基地送信局間距離推定手段を含むことを特徴とする請求項1または2記載のイコライザ。

【請求項4】前記評価手段は、前記送信機によって送信され、該送信機が位置する環境の種類を示すパラメータを受信する環境分析手段を含むことを特徴とする請求項1ないし3記載のイコライザ。

【請求項5】前記評価手段は、1つ以上の前記タップ係数が所定のスレシホールド未満である場合、これらをゼロにセットするタップ除去手段を含むことを特徴とする請求項1ないし4記載のイコライザ。

【請求項6】前記評価手段は、前記スレシホールドを前記受信信号の信号対ノイズ比の逆にしたがってセットする、スレシホールド決定手段を更に備えることを特徴とする請求項5記載のイコライザ。

【請求項7】前記評価手段は、前記選択したイコライザ・アルゴリズムを実行する目的で可能な場合、前記受信信号の制約長を変化させる制約長調節手段を更に含むことを特徴とする請求項1ないし6記載のイコライザ。

【請求項8】前記イコライザ・アルゴリズム処理ユニットは、残りのタップ係数間にNの間隔がある場合はいつでも、前記受信信号から得られるデータストリームのN個のサブフローについて、等化を別個に行うように構成されていることを特徴とする請求項1ないし7記載のイコライザ。

【請求項9】送信機から信号を受信する無線受信機にお

いて等化を実行する方法であって、前記送信機と前記受信機との間には、チャネル・インパルス応答CIRを有するチャネルがあり、前記方法は：複数のタップ係数を生成することにより前記CIRを推定する段階；こうして生成した前記タップ係数を評価する段階；および前記タップ係数を評価する段階の結果に基づいて、複数の異なるイコライザ・アルゴリズムから1つを選択し実行する段階であって、1つ以上の前記タップ係数を無視する場合、前記CIR推定段階で得られた係数全てを考慮するアルゴリズムに優先して、最少の処理パワーを必要とするアルゴリズムを選択し実行可能とする段階；から成ることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、無線受信機において等化(equalisation)を行う方法および装置に関する。特に、本発明は、GSMハンドセットにおいて効率的な等化を行う方法およびそのための装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】移動電話機のハンドセットは、チャネル・イコライザを含む。これは受信回路の一部を形成し、マルチ・パス信号散乱(multi-path signal dispersion)によって発生する信号の転化(corruption)を補償するものである。多くのデジタル移動電話システム(例えば、GSM)では、標準が設定されており、とりわけ、システムの一部を形成することを意図した各ハンドセットのイコライザに対して、最小限の要件を設定している。

【0003】イコライザに最低限要求される標準は、最悪の場合の状況(例えば、丘陵性の環境等)を考慮するため、通常非常に高くなっている。しかしながら、従来のイコライザでは、この高い動作標準のためにはイコライザは大量の電力を消費しなければならなかった。スタンバイ・モードの間、イコライザの電力消費は、ハンドセットの全電力消費のかかなりの量に上る。

【0004】イコライザの機能は複雑であるが、まずマルチ・パス散乱ならびに送信および受信回路によって発生する、送信機と受信機との間で送られるデジタル信号の転化に対応する等価なデジタル・フィルタを同定しようとし(これを、チャネル・インパルス応答(CIR: Channel Impulse Response)を推定と呼ぶ)、次にこのようにして得られたCIRを用いて、(転化した)受信信号から元来送られた信号を可能な限り最良に復元することによって、かなり高いレベルで記述することができる。

【0005】CIR推定値を得るために、送信機は、受信機には既にわかっている信号(ミッドアンプル)を(各フレームの一部として)頻繁に送信し、受信信号を送信した信号と一致させようとする(これは、前述のように、受信機には既にわかっている。即ち、受信機内に

格納されている)。このプロセスでは、本質的には、イコライザは受信信号と受信機内に格納されている送信信号との間で同期を取ろうとする。しかしながら、マルチパス散乱の結果、多数の異なる時点において（少なくとも部分的に）同期が適切となる可能性がある。

【0006】例えば、典型的なGSM移動局受信機では、受信機内に格納されているミッドアンプと受信信号との間の相関は、10または11の異なる時点で測定され、異なる時点の各々の間の時間期間は、単一の情報ビットを送信するために要する時間長に等しい。これらの時点の各々における相関の強度を測定し、この値をタップ係数またはタップと名付ける。この時点で、同期を取り、最も関連のあるタップを識別し、その後固定数の5つのタップを保持し、更に処理を行う。このようにして導出した5つのタップ係数はCIRを表し、等化の第2段階（即ち、送信信号の未知部分を復元する）において用いることができる。国際公開特許出願番号第WO92/11708号は、本願に採用可能な、かかるイコライザ記載する。

【0007】等化プロセスの第2段階の間、イコライザは本質的にあるアルゴリズムを実行するが、受信データ信号と、このアルゴリズムに用いるデータとして、第1段階で導出したタップ係数を共に用いる。このアルゴリズムの実行は、必要な処理パワー量に関して非常に集約的である（1秒当たり百万回の命令(MIPS)を単位として表す）。典型的に用いられるこの種のアルゴリズムをビタビ・アルゴリズム(Viterbi algorithm)と呼び、このアルゴリズムに必要な処理パワー量は、 2^L に比例する。ここで、Lは1ビットを送信するために要する時間量を単位とする制約長であり、従来のGSMシステムでは、タップ係数から1減じた数に数値的に等しい（即ち、このGSMシステムでは4）。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、無線受信機において等化を行い、ある状況の下でイコライザが消費するパワー量を低減することが可能な方法および装置を提供しようとするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の態様によれば、送信機から信号を受信する無線受信機において等化を実行するイコライザを提供する。送信機と受信機との間には、チャンネル・インパルス応答CIRを有するチャンネルがある。このイコライザは、複数のタップ係数を生成するCIR推定手段と、CIR推定手段が生成するタップ係数を評価し、評価信号を出力する評価手段と、評価信号を受信するように構成され、評価信号に基づいて、複数の異なるイコライザ・アルゴリズムから1つを選択し実行する処理ユニットであって、1つ以上のタップ係数を無視する場合、CIR推定手段が生成する係数全てを考慮するアルゴリズムに優先して、処理パワーが

少なくなくて済むアルゴリズムを選択し実行可能な処理ユニットとから成る。

【0010】本発明の第2の態様によれば、送信機から信号を受信する無線受信機において等化を実行する方法を提供する。送信機と受信機の間には、チャンネル・インパルス応答CIRを有するチャンネルがある。この方法は、複数のタップ係数を生成することによりCIRを推定する段階と、こうして生成したタップ係数を評価する段階と、タップ係数を評価する段階の結果に基づいて、複数の異なるイコライザ・アルゴリズムから1つを選択し実行し、1つ以上のタップ係数を無視する場合、CIR推定段階で得られた係数全てを考慮するアルゴリズムに優先して、処理パワーが少なくなくて済むアルゴリズムを選択し実行可能とする段階とから成る。

【0011】好ましくは、タップ係数を評価する段階は、送信機が送信した直前のフレームを等化したときに無視したタップ係数の数を考慮することを組み込む。これは、既に送信したフレームの等化の間に、イコライザによって用いられ、イコライザ内において生成されるある点における制約長の統計的分析を行うように構成された、制約長平均化手段によって行うことができる。

【0012】タップ係数を評価する段階は、好ましくは、送信機と受信機との間の距離を考慮することを含む。これは、送信機から受信機に送信されるパラメータを、かかるパラメータを受信する移動局対基地送信局間距離推定手段と共に用いることによって、最も容易に得られる。このような優れたパラメータは、適用可能な場合、受信機が送信機に信号を送信する必要がある場合にどの位のパワーが必要かを受信機に知らせる。更に、タップ係数を評価するステップは、送信機および/または受信機が位置する環境を考慮することも、付加的に含むとよい。これは、基地送信局によって送信され、この種の情報を含むパラメータを分析する環境分析手段によって、最も都合よく行われる。かかるパラメータは、UMTSのように、将来の電気通信規格に含まれる可能性がある。

【0013】好ましくは、タップ係数を評価する段階は、タップ係数のいくつかを変更する追加の段階を含む。これは、1つ以上のタップ係数が所定のスレシホールド未満の場合、これらをゼロにセットすることを含むと都合が良い場合がある。好ましくは、このスレシホールドは、受信信号の信号対ノイズ比(SNR)の逆にしたがって可変であり、これにより、SNRが低い程、スレシホールドの設定値は高くなる。

【0014】タップ係数を評価する段階は、好ましくは、可能な場合、制約長の短縮を行うことを含む。この場合、1つ以上の端部のタップ係数を選択して無視する。端部のタップ係数は、最も遅れが少ないタップ係数または最も遅れが多いタップ係数に対応付けることができる。異なる状況において、無視できない各タップ係数

の後に一定数のタップ係数を無視することができる場合、疑似制約長短縮を実行するとよい。これは、無視しない各タップ係数の後に無視するタップ係数の数に1を加算した値で制約長を除算し（イコライザ・アルゴリズムを実行する目的のために）、受信データ信号即ちサンプルの同数のサブフローの各々について別個に、同じ回数だけイコライザ・アルゴリズムを実行することから成る。各サブフローは、無視しない各タップの後に除去されたタップが1つか、2つか、3つか等に応じて、各サブフロー内のサンプルを2つ毎、3つ毎、4つ毎等のみ考慮することによって、2つ、3つ、4つ等のサブフローを生成する。言い換えると、残っているタップ間にNの間隔がある場合、N個のサブフローについて等化を別個に実行する。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明をより良く理解するために、その一実施例について添付図面を参照しながらこれより説明する。

【0016】イコライザ100は、チャネル・インパルス応答（CIR）推定手段1、評価手段2、およびイコライザ・アルゴリズム処理ユニット5を備えている。評価手段2は、信号対ノイズ比（SNR）計算手段20、スレシホールド決定手段(threshold ponderation means)21、タップ除去手段22、ノイズ平均化手段31、制約長平均化手段32、移動局（MS）対基地送信局（BTS）間距離推定手段33、環境分析手段34、Lmax計算手段35、および制約長調節手段40を備えている。処理ユニット5は、アルゴリズム選択手段50、ビタビ・シーケンス推定手段51、マッチド・フィルタリング手段52、参照テーブル53を備えている。

【0017】イコライザ100は受信機（図示せず）の一部を形成し、一方受信機はデジタル移動電話ハンドセット（MS）の一部を形成する。イコライザは、基地局送信機（BTS）から送信され、マルチ・パス歪みの結果としてBTSとMSとの間で転化した信号を等化するように作用する。これを行うために、受信機に格納してあるミッドアンプルを、BTSによって各データ・フレームと共に送信されるミッドアンプルと比較することによって、BTSとMSとの間の通信チャネルのCIRを推定する。イコライザ100の出力は、BTSが送信するビット・ストリームに対応すべきビット・ストリームである。イコライザ100は、4つの主要な入力101、102、103、104および1つの主要な出力105を有するものとして示されている。CIR推定手段1には2つの入力がある。CIR推定手段1への第1入力は、受信し、復調し、MSの受信機によって検波された信号のサンプル101を受信する。CIR推定手段1への第2入力は、受信機内に格納されているミッドアンプル102を受信する。CIR推定手段1は、ある数のタップ係数即ちタップを生成する。これらのタップは、

送信信号が異なる長さの経路に沿って伝達する際に、BTSが送信データの1フレーム内で1ビットを送信するために要する時間量に等しい相対的遅延をそれぞれの間引き起こす、異なる成分の大きさを表す。この種のCIR推定手段は既知であり、したがってこのコンポーネントの構造および動作についてはこれ以上説明しない。

【0018】図示のイコライザは、一例に過ぎないが、GSMシステムに用いて好適であり、したがってCIR推定手段1は5つのタップを生成する。勿論、GSM以外のシステムでは、それよりも多いタップを生成する必要がある場合や、それよりも少ないタップを生成すればよい場合もある。本発明は、かかるシステムに等しく用いて好適であることを意図するものであるが、そのためには図示のコンポーネントのあるもの（例えば、CIR推定手段）に多少の変更が必要となる場合もあり得る。

【0019】CIR推定手段1が生成するタップを、Initial#Tapsと呼ぶことにする。Initial#Tapsは、SNR計算手段20およびタップ除去手段22双方に伝達される。SNR計算手段は、加えて、既知のミッドアンプル102を入力として受信する。これら2つの入力（ミッドアンプル102およびInitial#Taps）に基づいて、SNR計算手段は、受信信号のSNRを生成することができる。この種のSNR計算手段は既知であり、これ以上詳しくは説明しない。

【0020】SNR計算手段によって生成したSNRは、スレシホールド決定手段21に伝達される。スレシホールド決定手段21は、大きさがSNRの逆数に依存する、スレシホールド・レベルを生成する。スレシホールド決定手段に可能な一実施態様は、参照テーブルを用いることである。他の実施態様も当業者には明白であろう。

【0021】スレシホールド決定手段21によって生成したスレシホールドは、タップ除去手段22に伝達される。タップ除去手段22は、CIR推定手段1が生成したInitial#Tapsも入力として受信する。タップ除去手段22は、Initial#Tapsをスレシホールドと比較し、スレシホールド未満のあらゆるタップをゼロにセットする。この手順によって得られたタップを、Modified#Tapsと呼ぶことにする。このようにタップを変更することによって、事実上CIR推定が改善する。何故なら、スレシホールド・レベル未満のタップは実際には有用な信号以上にノイズを含むからである。

【0022】ノイズ低減を図るためのスレシホールド決定およびタップの除去の原理については、米国特許番号第5,251,233号に更に詳しく記載されている。その内容は、本発明のスレシホールド決定およびタップ除去部分に関して、本発明でも使用可能である。しかしながら、米国特許番号第5,251,233号では、タップのいくつかをゼロにセットするものの、イコライザがイコライザ・アルゴリズムを実行する場合、それらを尚も考慮しており、したがってその複雑性は全く減少しない

ことを注記しておく。

【0023】タップ除去手段22は、加えて、変更制約長も生成する。これをModified $\#L$ と呼ぶことにする。これは、米国特許番号第5, 251, 233号では行わないことである。制約長 L は、本質的に、最初のタップと最後のタップとの間の時間であり、バースト内の隣接ビット間の時間を単位として測定する。GSMシステムでは、この時間は3.69 μ Sであり、最初のタップと最後のタップとの間の時間的分離、即ち、4*3.69 μ Sを表す5つのタップが生成され、無変更の制約長4を与える。しかしながら、タップ除去手段22が外縁側のタップの一方（即ち最初のタップまたは最後のタップ）をゼロにセットした場合、ゼロにセットされた各タップを無視することによって、制約長を短縮することができる。

【0024】SNR計算手段20によって生成するSNRは、（スレシホールド決定手段21に伝達されるのに加えて）ノイズ平均化手段31にも伝達される。ノイズ平均化手段31は、バースト毎にSNRがどのように時間的に変化するのか追跡し、BTSからの送信で最新のある数の受信バースト（例えば30）のSNRの平均値および分散を示すパラメータを生成する。これらのパラメータをNoise#averageおよびNoise#varianceと呼ぶことにする。加えて、同様のバーストを同様のバーストと確実に比較するために、ノイズ平均化手段31は、どのモードでMSが動作しているかを示すモード・パラメータも入力として受信する。加えて、モード・パラメータによって、イコライザは、あるBTSから別のBTSへのハンドオーバーの場合に、その平均化手段（即ち、ノイズおよび制約長平均化手段）を再度初期化することができる。

【0025】制約長平均化手段32は、タップ除去手段22が出力するModified $\#L$ パラメータ、SNR計算手段20からのSNR、およびノイズ平均化手段31が生成したNoise#varianceおよびNoise#averageパラメータを入力として受信する。制約長平均化手段の主要な機能は、最後に受信したバーストのModified $\#L$ パラメータを考慮に入れて、より小さい制約長を代わりに用いることができる場合に、Modified $\#L$ の不当に高い値を用いるのを防止することである。これは、ある数の直前のModified $\#L$ 値の中間値を出力するアルゴリズムによって、最も容易に行われる。これは、各Modified $\#L$ 値に関連するSNRに応じて、Modified $\#L$ の値に重みを適用することによって、改善することができる。更に、これは、Noise#varianceおよびNoise#averageパラメータに応じて、特定のSNRと関連する重みを様々に変化させることによって、更に改良することができる。制約長平均化手段32の出力は、平均化制約長であり、Lmax#32と呼ぶことにする。

【0026】MS対BTS間距離推定手段33は、MS

とBTSとの間の距離の指示を与える、1つ以上のパラメータを入力として受信する。かかるパラメータは、例えば、MS#TX#Powerパラメータとすることができる。これは、BTSによって送信され、特定のセル内のアイドリリングMSに、BTSによる良好な受信を確保するためにそれらの送信に必要なパワーを示す。このパラメータは、MSとBTSとの間において可能な最大距離によって左右される。ある状況では、セルは非常に小さい場合もあり（例えば、ピコ・セル環境）、その場合MS#TX#Powerパラメータも小さくなり、マルチ・パス歪みの可能性は非常に低くなる。したがって、必要な最大制約長は、少なくとも、システムによって与えられるものよりも小さい量となるという想定を基準とすることができる。つまり、この場合、参照テーブルを備え、MS#TX#Powerの値に応じて制約長パラメータを出力する。このパラメータをLmax#33と呼ぶことにする。参照テーブルの詳細は、フィールド・トライアル(field trial)によって最も簡単に確立されるが、当業者には既知の式を用いて、前もって推定することも可能である。

【0027】環境分析手段34は、MS対BTS間距離推定手段と同様であるが、MSが位置するセルの環境（例えば、屋内、農村、都市、丘陵等）に関する明示的な情報を与えるパラメータを受信するように構成されていることが異なる。また、これは、参照テーブルに基づいて、制約長パラメータを出力する。このパラメータをLmax#34と呼ぶことにする。加えて、これは、ある種の環境（例えば、ある種の丘陵性の農村環境）では、ある中間タップを無視してもよく、特殊な形式の複雑性を少なくしたイコライザ・アルゴリズムを用いてもよいことを示すパラメータを出力することができる。これについては、以下で更に詳しく説明する。この種の環境パラメータは、現行ではGSMシステムにおいて見られないが、今後のシステム（例えば、UMTS）に用いられる可能性がある。

【0028】Lmax \times 計算手段35は、パラメータLmax#32, Lmax#33およびLmax#34を受信し、これらの間で調停を行い、総合的なLmax \times パラメータ、即ち、Lmax#overallを生成する。調停の好適な方法は、使用可能であればLmax#34を用いることであるが（従来のGSMシステムにはない）、さもないければ、Lmax#overallをLmax#32およびLmax#33の内小さい方にセットすることである。加えて、Lmax \times 計算手段は、MSが動作しているモードを考慮に入れて、例えば、Lmax#32が基準とすべきハンドオーバーの状況を検出し、更に、Lmax#33がLmax#32よりも信頼性が低い場合に、例えば、非常のノイズの多いバーストを検出するために用いることができる。Noise#varianceおよびNoise#averageパラメータを検出することも可能である。

【0029】パラメータLmax#overallは、タップ除去手段22が出力するModified#TapsおよびModified $\#L$ 出力

と共に、制約長調節手段40に伝達される。制約長調節手段40は、最初にModified#LをLmax#overallと比較し、更に、Modified#LがLmax#overallよりも大きい場合（制約長を短縮しても差し支えないことを示す）、Modified#Tapsを変更する。制約長を短縮するためには、1つ以上の外縁側のタップを除去する必要がある。これは、最も大きなタップを維持するように行わなければならないことは明らかである。したがって、タップを1つだけ除去すればよい場合、最初のタップと最後のタップを比較し、最も小さいものを除去すべきである。2つのタップを除去する場合、除去し得る3つの異なる対のタップ、即ち、最初の2つのタップ、最後の2つのタップ、または最初と最後のタップ（即ち各端部にあるタップ）がある。これらの異なる対を互いに加算し、比較し、最も小さい対を除去する。このプロセスを確実に行う適切なアルゴリズムは正確に実行され、これは当業者の範囲では明白であろう。

【0030】一旦この性質のいずれかの変更をModified#Tapsに更に行ったなら、制約長調節手段40は、Final#tapsを、このFinal#tapsに関する情報を与える1つ以上のパラメータと共に生成する。かかる情報は、例えば、元の5つのタップのどれを除去したのかを指定する。どのタップを除去したかに関する情報を与える追加のパラメータを供給する代わりとして、この段階では未だ5つのタップを全て保持しておき、後に(downstream)無視すべきパラメータにゼロをセットしておくことも可能である。

【0031】加えて、制約長調節手段は、例えば、交互のタップ（例えば、タップ1, 3）または2つ以外の全てのタップを無視することが可能な場合、疑似制約長短縮を行おうとすることも可能である。これらの状況では、イコライザのアルゴリズムの目的のみのために、フレーム内のビット間の時間長の疑似増大を行うことができる。これによって、制約長は、疑似増大と同じ量だけ短縮したように見える。例えば、タップ1, 3を除去する場合、タップ0, 2, 4は、制約長を2とし、 $7.38\mu\text{s}$ 毎にのみビットを送信するシステムを表すものと見なすことができる。全てのサンプルに対するデータを復元するためには、このアルゴリズムを2回行う必要がある。1回目に「偶数」のサンプルを用い、次の回では「奇数」サンプルを用いる（ここでは、それぞれの時間的順序に関して、「偶数」はサンプル0, 2, 4, ... を意味し、「奇数」は1, 3, 5, ... を意味する）。第2の例として、タップ1, 2, 3を除去し、タップ0, 4のみが残っている場合、これは、制約長が1であり、隣接するビット間の期間が $14.76\mu\text{s}$ であるシステムとして見なすことができる。全てのサンプルに対するデータを復元するためには、このアルゴリズムを4回、次の4つのサンプルのサブセット、 $4m$, $4m+1$, $4m+2$, $4m+3$ について実行する必

要がある。ここで、 m は、0とサンプルの総数を4で除算した値との間で変化する整数である。

【0032】制約長調節手段40からの出力は、全体として評価手段2からの出力を形成し、次いでイコライザ・アルゴリズム処理ユニット5に伝達され、ここでイコライザ・アルゴリズムが選択され実行される。イコライザ・アルゴリズム処理ユニット5内では、アルゴリズム選択手段50が、制約長調節手段40が発生したパラメータを入力として受信する。これらのパラメータから、アルゴリズム選択手段50は、複雑性を最少に抑えるため、したがってアルゴリズムを実行する際にプロセッサが消費するMIPSの数を最少に抑えるために、イコライザ・アルゴリズムをどのように実行すべきかについて正確に確定することができる。また、イコライザ・アルゴリズムを正確に実行することを保証するために必要な、イコライザ・アルゴリズム処理ユニットの別の部分に必要とされるあらゆる細かい調節にも対処する。アルゴリズム選択手段の動作については、以下で更に詳しく説明する。

【0033】制約長調節手段からの出力は、更に、ビタビ・シーケンス推定手段51、マッチド・フィルタリング手段52、および参照テーブル53の各々にも供給される。これら3つのエレメントの基本的動作は当技術分野では既知である。したがって、本発明によれば、これらには従来のビタビ・シーケンス推定器における対応するエレメントとは、どのような重要な相違があるかに関する説明を除いて、詳細には説明しない。尚、イコライザ100は、ビタビ・シーケンス・アルゴリズムをそのイコライザ・アルゴリズムとして用いるが、当業者には明らかなように、判断フィードバック・アルゴリズム(decision feedback algorithm)のような、代替りのアルゴリズムも使用可能であることを注記しておく。また、参照テーブル53は、ビタビ・アルゴリズムの使用と関連するものであり、別のイコライザ・アルゴリズムを代わりに用いる場合、これは省略可能であることも注記しておく。

【0034】エレメント51, 52, 53の基本動作は、以下の通りである。マッチド・フィルタリング手段52は、サンプル101を受信し、受信サンプル101のデジタル・フィルタリングを行い、BTSの送信機とMSの受信機との間のチャネルのCIRの効果的部分的に考慮する。このデジタル・フィルタリングを行うには、Final#Tapsによって表されるCIRの時間反転複素共役(time-inverted complex-conjugate)で受信サンプル101に畳み込みを行う。一旦受信サンプル101がフィルタリングされたなら、これらをビタビ・シーケンス推定手段51に渡す。参照テーブル53は、制約長調節手段40から出力パラメータを受信し、その中に含まれるCIR情報を用いて自己相関係数を生成し、更にこれらの自己相関係数を用いこれらに基づいて複数の値を

生成し、ビタビ・シーケンス推定手段51による効率的な使用のために、参照テーブル53内に格納する。これらの値を所与の制約長について算出する方法は、既知であり、ここではこれ以上説明しない。

【0035】ビタビ・シーケンス推定手段51は、参照テーブル53に格納されている値を、マッチド・フィルタ手段52からのフィルタリングしたサンプルと共に、適切なビタビ・アルゴリズムに対する入力として用い、ビタビ・アルゴリズムは復元ビット・ストリームを生成する。このビット・ストリームは、送信BTSが送ったビット・ストリームに対応していなければならない。所与の制約長に対するこの目的のための適切なアルゴリズムは、既知であり、ここではこれ以上説明しない。

【0036】ビタビ・アルゴリズムの複雑性を最少に抑えるために、アルゴリズム選択手段50は、Final#Taps, Final#constraint#length, およびどのタップを除去したか（いずれかのタップを除去した場合）に関する情報を与える1つ以上のパラメータを分析し、どのようにしてビタビ・アルゴリズムを最良に実行すべきかを決定する。例えば、最後のタップを除去した場合、またはゼロにセットした場合、4つのタップのみを考慮するビタビ・アルゴリズム（制約長は3に短縮する）を用いることができる。参照テーブル53も、これらの状況では同様にさほど多くの値を算出しなくてもよいことは明らかである。したがって、アルゴリズム選択手段は、ビタビ・シーケンス推定手段51および参照テーブル53が4つのタップ（即ち、最初の4つのタップ）を受信する（または処理すればよい）ように、これらに通信する。かかるアルゴリズムは、かなりの工程数が省略可能であることを除いて、5つのタップを処理するために用いられるものと殆ど同一であることは明らかである。これによって、このアルゴリズムを実行するために必要なMIPS数の大量の減少が図れる。

【0037】第2の例として、最初のタップを除去することが可能な場合、アルゴリズム選択手段はこの場合もビタビ・シーケンス推定手段51および参照テーブル53に、これらは4つのタップ（即ち、最初の4つのタップ）のみを受信する（即ち、処理すればよい）ことを通知する。しかしながら、サンプルとタップとの間に想定した対応関係が間違っていないことを確認するために、アルゴリズム選択手段は、マッチド・フィルタリング手段52においてサンプルをシフトさせ、5つのタップの場合と比較して、チャネル内の追加の遅延に対応するものに対処する。このために、アルゴリズム選択手段50

は、マッチド・フィルタリング手段52とも通信状態にある。

【0038】第3の例として、タップ1, 3を除去した、またはゼロにセットした場合、アルゴリズム選択手段50は、ビタビ・シーケンス推定手段51および参照テーブル53に、これらは3つのタップ（即ち、最初のタップ, 3番目のタップ, および5番目のタップ）のみを受信する（即ち、処理すればよい）ことを通知する。しかしながら、この場合も、アルゴリズムを2回実行するため、アルゴリズム選択手段は、サンプルを2群のサンプル（偶数および奇数）に分割するように配列しなければならない。即ち、各サンプル群毎に1回ずつ実行し、復元したビット・ストリームを出力する前に、（2つの出力ストリームをインターリーブすることによって）復元したビット・ストリームを再び組み立てる。2つのタップのみが残っている場合にも、アルゴリズム選択手段は同様の作用を行い、確実に最少のMIPS集約アルゴリズムを実行する。

【0039】上述のイコライザの実施態様は、デジタル信号プロセッサ（DSP）を適切にプログラムすることによって実現することが好ましい。

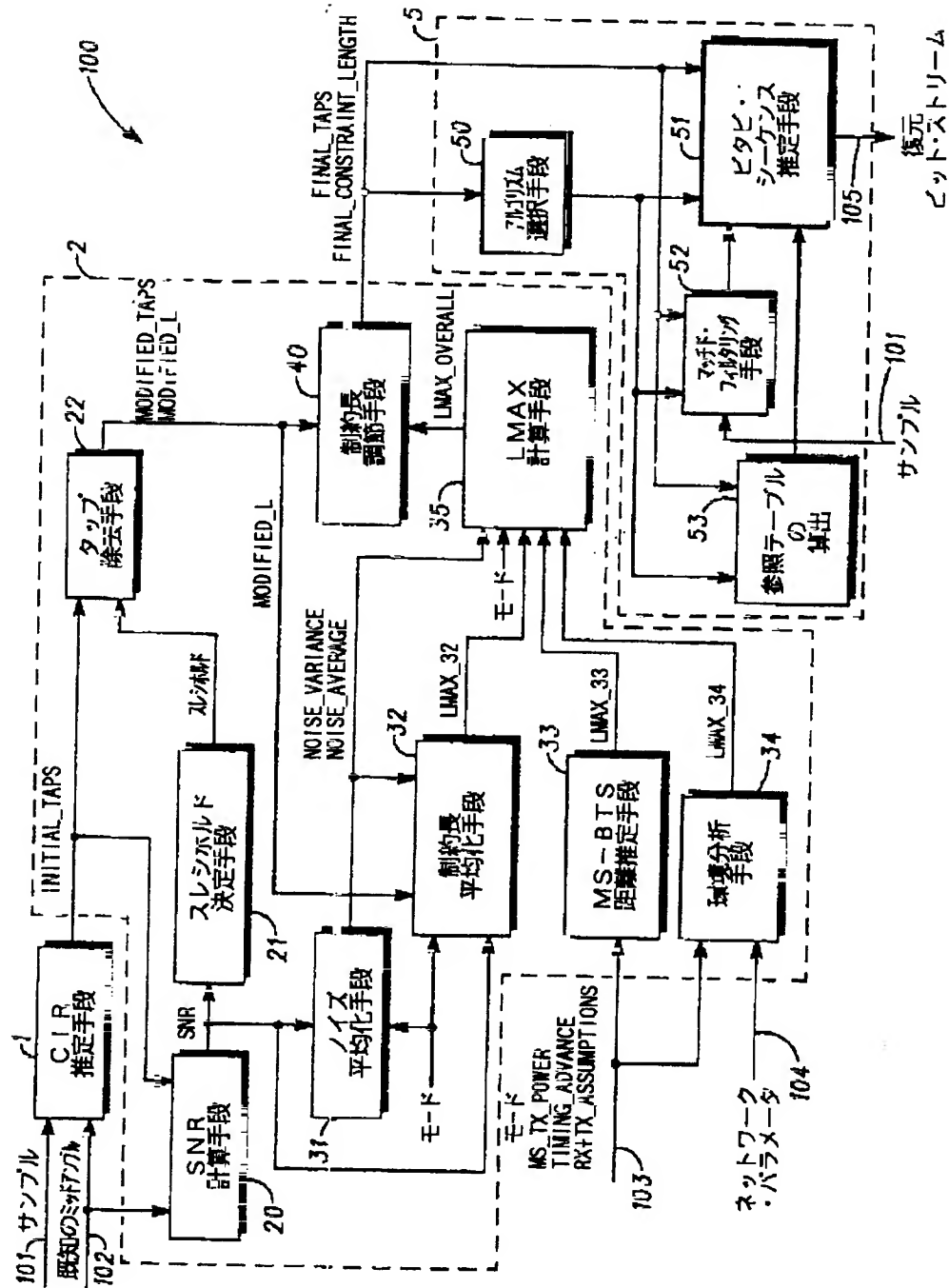
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるイコライザのブロック図。

【符号の説明】

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| 1 | チャネル・インパルス応答（CIR）推定手段 |
| 2 | 評価手段 |
| 5 | イコライザ・アルゴリズム処理ユニット |
| 20 | 信号対ノイズ比（SNR）計算手段 |
| 21 | スレシホールド決定手段 |
| 22 | タップ除去手段 |
| 31 | ノイズ平均化手段 |
| 32 | 制約長平均化手段 |
| 33 | 移動局対基地送信局間距離推定手段 |
| 34 | 環境分析手段 |
| 35 | Lmax計算手段 |
| 40 | 制約長調節手段 |
| 50 | アルゴリズム選択手段 |
| 51 | ビタビ・シーケンス推定手段 |
| 52 | マッチド・フィルタリング手段 |
| 53 | 参照テーブル |
| 100 | イコライザ |
| 101, 102, 103, 104 | 入力 |
| 105 | 出力 |

【図 1】



フロントページの続き

(72)発明者 オウリド・アブデセラム
フランス国トゥルース31000、ル・マージ
8

(72)発明者 ウォルター・カートシファー
フランス国トゥールース31000、ブルバード・ストラスバーク36

(72)発明者 ミッシェル・ル・ジョリィ
フランス国ツアーネセウル31170、バリア
ル・デュ・モン14